COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 NOVEMBRE 1860.

PRÉSIDENCE DE M. CHASLES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président annonce que le L^e volume des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Calcul des deux inégalités lunaires à longues périodes découvertes par M. Hansen, et dues à l'action perturbatrice de Vénus; par* **M. Delaunay.**

« J'ai l'honneur de faire part à l'Académie des résultats auxquels je suis parvenu en effectuant le calcul des deux inégalités lunaires à longues périodes découvertes par M. Hansen, et dues à l'action perturbatrice de Vénus. On sait que le savant Directeur de l'Observatoire de Gotha avait d'abord trouvé pour ces deux inégalités

$$+27'',4 \sin(-l-16l'+18l''+35°20',2) \text{ période de } 273 \text{ années},$$
$$+23'',2 \sin(8l''-13l'+315°20') \text{ période de } 239 \text{ années},$$

l, l', l'' étant respectivement les anomalies moyennes de la Lune, de la Terre, et de Vénus (1); et que plus tard il les a introduites dans ses Tables

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie*, séance du 5 mai 1847, t. XXIV, p. 795.

de la Lune, en les modifiant de manière à les réduire à

$$+15'',34 \sin(-l-16E+18V+30^\circ 12'),$$
$$+21'',47 \sin(8V-13E+274^\circ 14'),$$

V désignant la longitude moyenne héliocentrique et sidérale de Vénus, E celle de la Terre, et l l'anomalie moyenne de la Lune.

» M. Hansen ayant voulu vérifier les valeurs qu'il avait obtenues tout d'abord pour ces deux inégalités en les calculant de nouveau par une autre méthode, a été conduit à un résultat *essentiellement différent* du premier. Les valeurs qu'il leur a attribuées dans ses Tables ont été prises de manière à satisfaire convenablement aux observations, et présentent par conséquent un caractère purement empirique (1). Il était donc nécessaire d'effectuer de nouveau la détermination théorique de ces inégalités. Je me suis occupé de les calculer, en profitant de mes recherches antérieures sur la Théorie de la Lune, et je viens aujourd'hui faire connaître les résultats que j'ai obtenus.

» M. Hansen, en annonçant à l'Académie la découverte qu'il venait de faire des deux inégalités dont il s'agit, dit que la première, celle qui dépend de l'argument $l+16l'-18l''$, est produite par l'attraction directe de Vénus sur la Lune; qu'en ne tenant compte que de la première puissance de cette action perturbatrice, il avait trouvé $16'',01$ pour son coefficient; et que c'est en poussant l'approximation jusqu'aux quantités de l'ordre du produit du cube de la force perturbatrice du Soleil par la masse de Vénus qu'il a dû porter ce coefficient de $16'',01$ à $27'',4$. Les calculs auxquels je me suis livré m'ont conduit à une confirmation partielle de ces résultats. En m'en tenant d'abord à la première puissance de l'action perturbatrice de Vénus sur la Lune, j'ai trouvé pour l'inégalité en question

$$+16'',024 \sin(-l-16l'+18l''+35^\circ 20',2),$$

valeur identique avec celle que M. Hansen avait obtenue dans le même cas. Mais ensuite, en poussant les approximations plus loin, c'est-à-dire en allant jusqu'aux quantités de l'ordre du produit de la masse de Vénus par le cube de la force perturbatrice du Soleil dans les termes indépendants de l'inclinaison de l'orbite de Vénus sur l'écliptique, et jusqu'aux quantités de l'ordre du produit de la masse de Vénus par la cinquième puissance de la force perturbatrice du Soleil dans les termes qui dépendent de cette incli-

(1) Ces détails sont empruntés à une Lettre de M. Hansen, adressée à M. Airy, et insérée dans les *Monthly Notices* de la Société Astronomique de Londres, vol. XV, p. 8. — *Voir* les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XLIX, p. 924.

naison, je n'ai obtenu qu'une très-légère modification à mon premier résultat : j'ai trouvé pour l'inégalité

$$+16'',336 \sin(-l-16l'+18l''+35^{\circ}16',5).$$

Ainsi les approximations ultérieures n'ont fait qu'augmenter son coefficient de $0'',312$. La détermination numérique de cette inégalité a été faite en adoptant, comme M. Hansen,

$$\frac{1}{408134}$$

pour le rapport de la masse de Vénus à celle du Soleil. Si l'on prenait pour ce rapport la valeur plus grande

$$\frac{1}{400000},$$

qui paraît mieux s'accorder avec les perturbations produites par Vénus, le coefficient de l'inégalité dont nous nous occupons devrait être porté de $16'',336$ à $16'',668$. Tous les détails des calculs relatifs à cette inégalité sont donnés dans un Mémoire que le Bureau des Longitudes a bien voulu faire imprimer dans la *Connaissance des Temps pour l'année* 1862. J'ai l'honneur d'en offrir un exemplaire à l'Académie.

» Je passe maintenant à la seconde inégalité, celle qui a pour argument $13l'-8l''$, et à laquelle M. Hansen a attribué successivement pour coefficient $23'',2$, et $21'',47$. Suivant lui, cette inégalité dépend en partie de l'attraction directe de Vénus sur la Lune, et en partie de cette attraction réfléchie par l'intermédiaire de la Terre. J'en ai effectué la détermination en tenant compte de ce double mode d'action de la planète troublante, et j'ai trouvé que son coefficient, au lieu d'être de plus de $20''$, se réduit au contraire à une petite fraction de seconde. La partie de cette inégalité qui provient de l'attraction de Vénus réfléchie par l'intermédiaire de la Terre, résulte de l'existence de l'inégalité de même argument trouvée par M. Airy dans le mouvement de la Terre autour du Soleil ; j'ai pu facilement m'assurer qu'elle ne s'élève pas à $\frac{1}{3}$ de seconde. Quant à la partie de l'inégalité en question qui est due à l'action directe de Vénus sur la Lune, j'en ai fait le calcul en poussant les approximations assez loin pour ne pas craindre d'obtenir un résultat inexact, et j'ai reconnu qu'elle est absolument insensible. Ainsi se trouvent justifiées les prévisions que j'avais indiquées dans ma communication du 12 décembre dernier, relativement à la petitesse du coefficient de la seconde des inégalités découvertes par M. Hansen.

» D'après ce qui précède, la première des deux inégalités lunaires à longues périodes dues à l'action perturbatrice de Vénus doit seule être prise en considération dans les Tables; et son coefficient, que je trouve égal à 16",668, diffère peu de celui (15",34) auquel M. Hansen s'est arrêté pour satisfaire convenablement aux observations.

» Qu'il me soit permis en outre de reproduire ici la considération par laquelle je terminais ma communication du 12 décembre dernier, et qui acquiert un plus grand poids par suite des calculs dont je viens de faire connaître les résultats. Elle a trait au désaccord qui existe entre la valeur obtenue par M. Hansen pour l'équation séculaire de la Lune, et la valeur plus petite trouvée d'abord par M. Adams, puis par moi, pour cette équation séculaire. Voici ce qu'on lit dans la Note communiquée par M. Hansen à l'Académie, le 5 mai 1847 : « D'ailleurs ce même système d'équations » linéaires (qui lui avait servi à calculer les inégalités lunaires à longues » périodes dues à l'action de Vénus) donne, après un petit changement, les » inégalités séculaires de la longitude moyenne, du périgée et du nœud de » la Lune. » Quand on voit que ces équations ont fourni les coefficients 27",4 et 23",2 pour les inégalités à longues périodes dues à l'action de Vénus, inégalités pour lesquelles M. Hansen a ensuite obtenu des valeurs *essentiellement différentes* en suivant une autre méthode, que d'ailleurs je trouve de mon côté que la seconde de ces inégalités est à peu près nulle, et que la première a pour coefficient 16",668, on se demande naturellement quel est le degré de confiance qu'on peut accorder à la valeur de l'équation séculaire de la Lune tirée par M. Hansen de ces mêmes équations. Il existe, il est vrai, une concordance complète entre les valeurs que M. Hansen et moi avons trouvées, dans une première approximation, pour l'inégalité dépendant de l'argument $l + 16l' - 18l''$; mais cet accord a été obtenu en tenant compte seulement de la première puissance de la force perturbatrice, et l'on sait que la divergence entre nos valeurs de l'équation séculaire de la Lune porte sur des quantités qui sont de l'ordre du carré de cette force perturbatrice : on ne peut donc rien en conclure en faveur de la valeur attribuée par M. Hansen à l'équation séculaire de notre satellite.

» Il y a longtemps déjà que j'aurais communiqué à l'Académie le résultat définitif de mes recherches sur les inégalités lunaires à longues périodes trouvées par M. Hansen, si je n'avais pas été arrêté par une circonstance que je ne puis me dispenser de faire connaître. Les expressions analytiques auxquelles je suis parvenu pour ces deux inégalités contiennent un certain nombre des coefficients $b_s^{(i)}$ que Laplace a introduits dans la *Mécanique cé-*

leste pour effectuer le développement de la fonction perturbatrice, ainsi que les dérivées de divers ordres de ces coefficients par rapport à la quantité α dont ils dépendent. Ici α est le rapport des demi grands axes des orbites de Vénus et de la Terre. Les valeurs numériques de ces coefficients $b_s^{(i)}$ et de leurs dérivées m'étaient donc nécessaires pour réduire en nombres les formules que j'avais obtenues pour les inégalités dont il s'agit. En me reportant aux Tables des valeurs des quantités $b_s^{(i)}$ que M. Le Verrier a publiées dans le tome II des *Annales de l'Observatoire*, j'y ai trouvé une partie des nombres dont j'avais besoin; je les ai adoptés de confiance, et je m'en suis servi pour calculer les autres à l'aide des formules données par Laplace. Mais je n'ai pas tardé à m'apercevoir que ces valeurs publiées par M. Le Verrier pour les coefficients $b_s^{(i)}$ et leurs dérivées renferment de nombreuses inexactitudes. Je signalerai notamment sous ce rapport les valeurs de $\alpha^2 \frac{d^2 b_{\frac{5}{2}}^{(i)}}{d\alpha^2}$ et de $\alpha^3 \frac{d^3 b_{\frac{5}{2}}^{(i)}}{d\alpha^3}$, pour les diverses valeurs de i depuis 6 jusqu'à 13. Pour s'en assurer, il suffit de prendre les différences premières, secondes et troisièmes des valeurs successives de chacune de ces deux fonctions; c'est même en opérant ainsi pour vérifier les nombres que j'avais déduits de ceux de M. Le Verrier, que je me suis aperçu de l'inexactitude de ces derniers. Mais cette inexactitude peut être constatée directement au moyen des formules de vérification que fournit la *Mécanique céleste*. Prenons par exemple la relation

$$b_s^{(i)} = (1 + \alpha^2)\, b_{s+1}^{(i)} - \alpha b_{s+1}^{(i-1)} - \alpha b_{s+1}^{(i+1)}.$$

En différentiant deux fois par rapport à α, puis multipliant tous les termes par α^2, nous en déduirons

$$\alpha^2 \frac{d^2 b_s^{(i)}}{d\alpha^2} = (1 + \alpha^2).\alpha^2 \frac{d^2 b_{s+1}^{(i)}}{d\alpha^2} - \alpha \left[\alpha^2 \frac{d^2 b_{s+1}^{(i-1)}}{d\alpha^2} + \alpha^2 \frac{d^2 b_{s+1}^{(i+1)}}{d\alpha^2}\right]$$
$$+ 4\alpha^2.\alpha \frac{d b_{s+1}^{(i)}}{d\alpha} - 2\alpha \left[\alpha \frac{d b_{s+1}^{(i-1)}}{d\alpha} + \alpha \frac{d b_{s+1}^{(i+1)}}{d\alpha}\right] + 2\alpha^2 b_{s+1}^{(i)}.$$

Si dans cette formule on fait $s = \frac{3}{2}$, et $i = 12$, et qu'on cherche dans les *Annales de l'Observatoire* les valeurs des diverses quantités qui y entrent,

on trouve

$$\alpha^2 \frac{d^2 b^{(12)}_{\frac{3}{2}}}{d\alpha^2} = 128{,}1094,$$

$$\alpha^2 \frac{d^2 b^{(11)}_{\frac{5}{2}}}{d\alpha^2} = 5171{,}427, \quad \alpha \frac{db^{(11)}_{\frac{5}{2}}}{d\alpha} = 281{,}571,$$

$$\alpha^2 \frac{d^2 b^{(12)}_{\frac{5}{2}}}{d\alpha^2} = 4525{,}679, \quad \alpha \frac{db^{(12)}_{\frac{5}{2}}}{d\alpha} = 235{,}833, \quad b^{(12)}_{\frac{5}{2}} = 12{,}6753,$$

$$\alpha^2 \frac{d^2 b^{(13)}_{\frac{5}{2}}}{d\alpha^2} = 3925{,}277, \quad \alpha \frac{db^{(13)}_{\frac{5}{2}}}{d\alpha} = 196{,}038.$$

On a d'ailleurs

$$\alpha = 0{,}723332.$$

Introduisons ces nombres dans le second membre de la formule qui vient d'être établie, et calculons-en la valeur en conservant autant de décimales qu'il y en a dans les trois quantités

$$\alpha^2 \frac{d^2 b^{(11)}_{\frac{5}{2}}}{d\alpha^2}, \quad \alpha^2 \frac{d^2 b^{(12)}_{\frac{5}{2}}}{d\alpha^2}, \quad \alpha^2 \frac{d^2 b^{(13)}_{\frac{5}{2}}}{d\alpha^2},$$

qui ont le plus d'influence sur la formation de ce second membre. Nous trouverons ainsi

$$129{,}503;$$

tandis que le premier membre, si l'on s'en tient au même degré d'approximation, a pour valeur

$$128{,}109:$$

la différence est de 1394 unités du dernier ordre.

» D'après cela j'ai dû renoncer à me servir des nombres de M. Le Verrier, et m'occuper de refaire moi-même complétement le calcul de celles des quantités $b^{(i)}_s$ et de leurs dérivées dont j'avais besoin (1). On trouvera dans mon

(1) Des circonstances toutes pareilles s'étaient déjà présentées il y a vingt ans relativement aux mêmes quantités $b^{(i)}_s$. On peut voir à ce sujet une Note de M. Le Verrrier, insérée dans le t. X des *Comptes rendus* de l'Académie, p. 751. Après avoir dit qu'il avait été conduit à emprunter les nombres dont il avait besoin dans les Tables publiées antérieurement (par Bouvard), M. Le Verrier ajoute : « Mais toutefois je voulus soumettre les nombres que » j'adoptais à quelques épreuves, et j'eus le regret de me convaincre que dans leur déter- » mination il s'était glissé de graves erreurs qui me mettaient dans l'obligation de la

Mémoire sur la seconde des inégalités de M. Hansen les résultats auxquels je suis ainsi parvenu. Je me bornerai ici à mettre en parallèle les valeurs que j'ai obtenues pour les deux quantités

$$\alpha^2 \frac{d^2 b_{\frac{5}{2}}^{(i)}}{d\alpha^2}, \quad \alpha^3 \frac{d^3 b_{\frac{5}{2}}^{(i)}}{d\alpha^3},$$

et celles que M. Le Verrier leur attribue. C'est dans ces valeurs que j'ai trouvé le plus de désaccord entre ses nombres et les miens.

Valeurs de $\alpha^2 \frac{d^2 b_{\frac{5}{2}}^{(i)}}{d\alpha^2}$.

	NOMBRES de M. Le Verrier.	NOMBRES NOUVEAUX.	DIFFÉRENCES EN MILLIÈMES.
$i = 6$	8672,808	8672,793	− 15
$i = 7$	7997,425	7997,480	+ 55
$i = 8$	7288,203	7288,105	− 98
$i = 9$.	6567,565	6567,774	+209
$i = 10$	5857,013	5856,772	−241
$i = 11$	5171,427	5171,698	+271
$i = 12$	4525,679	4525,156	−523
$i = 13$	3925,277	3925,886	+609

Valeurs de $\alpha^3 \frac{d^3 b_{\frac{5}{2}}^{(i)}}{d\alpha^3}$.

	NOMBRES de M. Le Verrier.	NOMBRES NOUVEAUX.	DIFFÉRENCES EN DIXIÈMES.
$i = 6$	144501,2	144501,7	+ 5
$i = 7$	136857,5	136856,9	− 6
$i = 8$	128444,8	128446,8	+ 20
$i = 9$	119471,2	119467,0	− 42
$i = 10$	110117,9	110126,1	+ 82
$i = 11$	100644,4	100631,9	−125
$i = 12$	91158,3	91179,8	+215
$i = 13$	81976,2	81943,3	−329

» reprendre en entier. Une partie de ces erreurs doit être attribuée au mode même de » calcul. »

» On remarquera que les erreurs indiquées dans chacun de ces deux tableaux sont alternativement positives et négatives; et que, abstraction faite des signes, elles vont toujours en croissant. Il s'agit donc ici, non pas d'erreurs purement accidentelles, mais bien d'erreurs systématiques, tenant sans doute à la méthode de calcul qui a été employée. Quant à leur importance, pour en donner une idée, il suffit de dire que dans quelques-uns des nombres publiés par M. Le Verrier avec six chiffres, les trois premiers chiffres seuls sont exacts, le quatrième devant déjà subir une forte correction. »

« **M. Le Verrier** annonce à l'Académie que les nouvelles Tables du Soleil et de la planète Mercure, insérées dans les *Annales de l'Observatoire de Paris* (vol. IV et V), ont été adoptées pour la rédaction du *Nautical Almanac*, et qu'elles sont employées dans le volume qui vient de paraître. Le *Nautical Almanac*, publié annuellement par l'Amirauté anglaise, rédigé par M. Hind, et destiné à la marine anglaise, ayant été à partir de 1836 élevé et maintenu au niveau de la science, est devenu d'un emploi usuel dans tous les observatoires et dans les travaux astronomiques.

» La science est si vaste, dit M. Le Verrier, surtout en astronomie, que, pour la cultiver avec fruit, il faut faire appel aux ressources de toutes les nations. Aussi, voulant donner aux Tables du Soleil, base de toute l'astronomie, une précision supérieure, j'ai dû recourir non-seulement aux observations françaises, mais encore aux observations anglaises et prussiennes. Les riches archives de Greenwich m'ont à elles seules fourni 6000 observations du Soleil, à partir de 1750, époque de Bradley. Dans les nouvelles Tables figure l'inégalité à longue période du moyen mouvement de la Terre, découverte par l'astronome royal actuel, M. Airy.

» Nos Tables du Soleil appartiennent donc en partie à l'Angleterre, par les importants matériaux que son principal observatoire a recueillis depuis plus d'un siècle. Nous ne lui en témoignerons pas moins ici notre reconnaissance, pour l'honneur qu'elle nous a fait, en constatant que ces matériaux ont été bien employés, et qu'il en est résulté une théorie et des Tables dignes de prendre place dans les recueils de la marine et de l'astronomie anglaise.

» Le décret de 1854, relatif à l'Observatoire de Paris, nous prescrit de publier annuellement nos observations et de les comparer aux éphémérides. S'il nous était resté quelques scrupules de nationalité relativement à l'emploi du *Nautical Almanac*, on comprend par ce qui précède que ces scrupules se soient trouvés complétement levés. Dans les volumes d'observations dont l'impression est achevée, et que j'aurai l'honneur de présenter pro-

chainement à l'Académie, les positions observées du Soleil, de la Lune et des planètes sont comparées au *Nautical Almanac*. Ce mélange de plus en plus intime des travaux de la France et de l'Angleterre, ce *libre échange scientifique*, dirions-nous, sera, nous n'en doutons pas, accueilli avec satisfaction par l'Académie.

» Il y a plusieurs mois, j'ai présenté une théorie de Vénus dont, par suite d'une omission, il n'a pas été fait mention dans les *Comptes rendus*. Depuis lors, j'ai discuté les observations de cette planète et je leur ai comparé la théorie. Je suis arrivé ainsi à d'importants résultats dont j'aurai l'honneur d'entretenir l'Académie dans sa prochaine séance, et à des Tables précises qui sont en cours d'impression.

» Les nombres qu'un Membre vient de signaler comme étant, *à son estime*, inexacts à partir du 4e chiffre, appartiendraient à la théorie réciproque de Vénus et de la Terre. Nous montrerons, quand le texte de l'objection sera à notre disposition, combien elle est futile ; comment même elle est un hommage inespéré rendu à la parfaite précision des Tables de l'Observatoire de Paris. »

M. Delaunay prend la parole et dit : « Je ne demande qu'une chose, c'est que M. Le Verrier veuille bien insérer au *Compte rendu* les remarques critiques qu'il croit devoir faire au sujet du Mémoire que j'ai lu. Je verrai ultérieurement ce que j'aurai à lui répondre. »

ASTRONOMIE. — *Eclipse totale du 18 juillet 1860; par* **M. Antoine d'Abbadie**.

« En me rendant à Briviesca, dans la Vieille-Castille, pour observer la dernière éclipse du Soleil, je voulais me borner à faire pendant l'obscurité totale trois observations d'une seule et même protubérance rouge, tant en position qu'en hauteur. A cette fin j'avais fait construire un appareil où les petits angles de hauteur devaient être mesurés par le micromètre à double image que nous devons à notre illustre Arago. Mais un accident me priva de cet appareil, et je le remplaçai par une plaque de verre portant un réseau de divisions égales qui partageaient tout le champ de ma lunette en carrés de 51″ de côté. L'angle de position était donné par un anneau qui circonscrivait le champ et qui était muni d'entailles bien visibles espacées de 9°. D'une entaille à l'autre l'intervalle devait être divisé au besoin, par estime, en dixièmes dont chacun valait alors 54′. La position de cet anneau était déterminée par un petit niveau adhérent, dont chaque division valait

o′,8, et que je réglai une seule fois immédiatement avant l'obscurité totale. Ma lunette avait un objectif de 72^{mm},5, une distance focale de 800, et grossissait 47 fois : son champ embrassait 45′.

» L'instant de chaque observation étant noté par un aide au moyen d'un chronomètre à marche connue, j'obtins les résultats suivants, que je donne en temps moyen de Briviesca :

Nº de l'observation.	Temps moyen.	Phénomène noté.	ANGLE RÉDUIT en hauteur.	ANGLE RÉDUIT en position.
	h m s		′	°
1	2 47 7	Obscurité totale..........................		
2	2 47 28	Protubérance A par 72°,0		155,9
3	2 47 45	Hauteur de A, 1.3 division (probablement 2.3..	1,9)	
4	2 48 11	A par 74°,7..........................		153,2
5	2 48 26	Hauteur de A, 1.3 division, dont une en diagonale	1,4	
6	2 49 3	A par 74°,7		153,2
7	2 49 27	Hauteur de A, 0.7 division...............	0,6	
8	2 49 51	Protubérance B par 327°,6		260,3
9	2 49 59	Hauteur de B, 0.7 division...............	0,6	
10	2 50 16	Protubérance C par 324°,9; sa hauteur 1.0 division	0,8	263,0
11	2 50 31	Fin de l'obscurité totale.................		

» J'ai appelé *angle de position réduit* celui dont l'origine étant au point N. du disque solaire serait compté par l'E., le S. et l'O. réels, de 0 à 360°.

» Le commencement de l'obscurité est noté ici 7 secondes plus tôt que par M. Petit, directeur de l'Observatoire de Toulouse, et qui observait à environ 50 mètres de moi. Quand on aura publié toutes les observations de l'éclipse, leur discussion montrera de quel côté est l'erreur.

» L'observation de l'angle de position, compté d'abord de la partie la plus élevée du Soleil vers la droite apparente dans ma lunette, qui renversait les objets, servait à faire identifier la protubérance et à montrer les variations irrégulières qui auraient peut-être lieu si ces phénomènes n'étaient que des illusions optiques. Or j'ai trouvé cet angle aussi invariable qu'il me l'était permis par la nature de mon appareil. Il est vrai qu'il fut observé au commencement plus petit de 2°,7, mais il est expressément noté que le Soleil n'était pas alors bien au centre du champ, et que le sens du mouvement que je fis pour l'y mettre vers 2^h 47^m 50^s devait avoir pour effet d'augmenter l'angle de position. Celui-ci fut noté afin de bien identifier la protubérance que j'étudiais : il aurait dû diminuer entre les observations 4 et 6 de 0°,25, mais la nature de mon appareil ne me permet-

tait guère de répondre de cette quantité dans la mesure de l'angle de position. Il y eut une erreur évidente commise en notant à $47^m 45^s$ la hauteur angulaire. Je l'ai corrigée après coup, tout en conservant ici la notation originale, ainsi qu'on doit toujours le faire. Les angles subséquents, tant en hauteur qu'en position, sont exempts d'erreur. J'oubliai de marquer le moment où l'extrémité de la protubérance A fut éclipsée par le bord de la Lune. Cette méthode, en effet, malheureusement peu employée, donne peut-être la mesure la plus exacte de la hauteur angulaire d'une protubérance.

» Comme j'avais inséré dans l'intérieur de ma lunette une plaque de quartz perpendiculaire à l'axe, je pus, entre la 5e et la 6e observation, comparer à deux reprises les couleurs des images de la protubérance A après l'avoir doublée au moyen d'un prisme biréfringent. L'angle de ce prisme était tel, que les deux images étaient presque exactement juxtaposées, et je ne pus discerner aucune trace de lumière polarisée dans cette protubérance. J'enregistre ce résultat avec d'autant plus de scrupule, que dans l'observation de l'éclipse de 1851 j'étais arrivé, en Norvége, à une conclusion contraire. Mais alors j'employais un prisme que j'ai encore et qui écartait beaucoup plus les images; il pouvait donc s'y mêler ainsi de la lumière de l'auréole qui, on le sait, est fortement polarisée. Au reste, la non-polarisation de la lumière des protubérances me fut confirmée plus tard par M. Prazmowski, astronome de Varsovie, qui observait aussi à Briviesca, et qui, bornant pour ainsi dire toute son attention à l'étude de la polarisation, était arrivé à la même conclusion que moi, en usant d'un appareil de son invention, qui m'a paru le plus parfait que j'aie encore vu pour ce genre de recherches.

» Un éblouissement me fit renoncer à observer la protubérance C après le retour de la lumière. Il est à regretter que le petit nombre d'astronomes qui ont fait cette curieuse observation n'ait pas mesuré l'angle de hauteur d'une protubérance vue ainsi en dehors du voisinage de la Lune ; on aurait alors une bonne pierre de touche de l'opinion la plus générale qui attribue les protubérances rouges au Soleil tout seul. M. Aguilar, directeur de l'Observatoire de Madrid, et qui croit à la réalité matérielle des protubérances, entre autres motifs plausibles, appuie sa conviction sur le fait qu'elles impriment fortement leurs images sur les papiers photographiques. A cet égard, ne serait-il pas intéressant de montrer par expérience que le papier sensibilisé reproduit l'image d'un objet caché, mais révélé soit par le mirage, soit par la réflexion d'un grand miroir concave. Je suis sûr qu'un de nos photo-

graphes voudra expérimenter dans cette voie. On a d'ailleurs peine à croire d'avance qu'il sera difficile de photographier une image de ce genre, surtout si elle est bien lumineuse et vive.

» Quoi qu'il en soit, la réduction de mes observations m'a forcément ramené à l'opinion de ceux qui attribuent à des jeux de lumière, encore inexpliqués d'ailleurs, ces franges roses ou blanches, ou même bleues, qui entourent d'une manière si saisissante le Soleil disparu. Deux considérations militent en faveur de cette hypothèse :

» 1°. En calculant le mouvement relatif des deux astres par les Tables de MM. Hansen et Le Verrier, et en comparant les différences à celles qu'on déduit de mes observations relatées ci-dessus, on obtient les résultats suivants :

Numéros.	Diminution observée dans la hauteur de la prot. A.	Mouvement correspondant calculé de cette partie du disque.	Mouvement maximum, calculé dans la direction même du mouvem. relatif des deux astres.
De 3 à 5...	30″	15″, 0	18″, 3
De 5 à 7...	52″	22″, 4	27″, 2

» Ici la décroissance observée est plus de deux fois celle qui serait produite par le simple mouvement relatif des deux astres. En effet, quels que soient les défauts inhérents à mon micromètre ou à ma manière de l'employer, il ne m'est pas possible de m'attribuer des erreurs d'observation égales à deux fois la quantité à mesurer et commises toujours dans le même sens. D'ailleurs les discordances qu'on remarque ici sont confirmées par celles que j'ai obtenues, en 1851, à Frederiksvoern où mes mesures, exécutées par un procédé plus imparfait qu'à Briviesca (voir *Comptes rendus* du 13 février 1854), m'ont donné aussi un mouvement de protubérance supérieur à celui qu'on déduit de la marche des deux astres. Il est à remarquer d'ailleurs qu'en Norvége j'ai observé une protubérance croissante; cette année-ci, en Espagne, mes mesures successives ont été appliquées, sur le bord opposé de la Lune, à une protubérance décroissante en hauteur. Dans ces deux marches opposées, le résultat a été néanmoins le même, quant au *sens* des différences dont les *quantités* seules ne sont pas identiques.

» 2°. Un fait grave tend encore à montrer que les protubérances ne sont pas des corps réels attachés au Soleil. Parmi les nombreux astronomes qui se sont rendus en Espagne au mois de juillet dernier, M. Warren de la Rue a observé avec d'autant plus de soin, qu'il contrôlait ses résultats, obtenus à la lunette, par des photographies que son collaborateur, M. Downes, recueillait simultanément. Or M. de la Rue ayant publié ses observations avec

une figure pourvue d'un cercle orienté, et gradué pour y donner les angles de position, il m'a été facile de voir que si ma protubérance A a été vue par l'astronome anglais, elle avait pour lui une forme non allongée, était double au lieu d'être unique, et présentait, en un mot, un aspect complétement différent de ce que j'observais à la même heure. Pour moi la même protubérance était d'ailleurs presque sur le prolongement du rayon de la Lune, et portait une tête recourbée et déchiquetée; enfin sa base beaucoup plus large la rattachait au disque lunaire. Mes observations à cet égard furent confirmées par mon aide, qui contempla la même protubérance au moyen d'une lorgnette d'opéra. On ne saurait donc prendre ces franges roses pour des parties inhérentes au Soleil, quand on songe que l'astronome anglais observait à Rivabellosa, village situé à 25′ à l'est de Briviesca et par 42° 42′ de latitude, c'est-à-dire à 50 kilomètres de Briviesca, dont la latitude est égale à 42° 33′,3.

» Ce dernier résultat fut obtenu au moyen d'un petit théodolite construit d'après mes indications pour servir en voyage. A Briviesca, il fut employé tour à tour par six observateurs différents pour vérifier leurs micromètres, déterminer l'heure, etc. Son cercle a un diamètre de 9 centimètres, et ses verniers donnent la demi-minute. Voici les résultats pour la latitude, les observations des 10 et 12 juillet étant faites par moi :

Juillet	10	Polaire.....	3 observations		42° 33′,2
»	12	Soleil......	16	»	33,3
»	16	Soleil......	8	»	33,4
»	17	Soleil......	4	»	33,1

» Ces résultats sont suffisamment concordants pour les petites dimensions du cercle employé. C'est par mégarde que mon collègue, M. Petit, tout en citant trois de ces latitudes, croit devoir attribuer à une construction vicieuse de mon cercle les discordances remarquables que d'autres observations nous donnèrent pour la marche des chronomètres à Briviesca. Ce zélé astronome suppose, en effet, que trois de ces instruments ne peuvent avoir été simultanément sujets aux mêmes variations insolites. C'est cependant ce qui a eu lieu en 1837 quand la frégate *l'Andromède*, partie de Lorient, atterrissait au Brésil avec une fausse longitude donnée simultanément par ses trois chronomètres. Plus tard, au début de mon voyage en Éthiopie, mes trois garde-temps, préalablement réglés, s'accordèrent sur la mer Méditerranée pour donner, lors de notre arrivée en Égypte, une longitude notablement erronée.

» Mon aide, qui observait à l'œil nu, trouvait des différences d'intensité et d'éclat dans les *anneaux* de l'auréole, dont la lumière lui semblait vacillante, mais trop faible pour lire le chronomètre sans le secours d'une lanterne. D'autres personnes ont fait à Briviesca l'observation contraire; mais ces résultats contradictoires, provenant de l'état momentané de la vue humaine modifiée peut-être par l'usage qu'on vient d'en faire, ces résultats, dis-je, ne servent qu'à faire désirer un bon photomètre pour mesurer la quantité de lumière que laissent les diverses phases d'une éclipse.

» Les observations négatives ont aussi leur importance : je ne vis pas le nuage rose détaché qui, à Briviesca même, a paru si remarquable à d'autres observateurs. On en conclura seulement que l'œil qui s'occupe d'un seul genre de recherches peut ignorer parfaitement un objet, même saillant, dans le voisinage de l'objet qu'il étudie. Les protubérances me parurent d'une couleur rose peu foncée, et n'offrirent pas à mon regard ces portions incolores que je comparais en Norvége aux bords d'un vase de cristal projeté sur le ciel. Le vent de l'éclipse fut nul, et pendant le froid piquant qui en accompagna le milieu, nous cherchâmes en vain sur la terre ces plaques colorées qui en de pareils phénomènes ont tant impressionné les spectateurs d'une éclipse totale. »

ASTRONOMIE. — *Remarques sur le Mémoire de* M. d'Abbadie, *par* **M. Faye.**

« Je crois devoir rappeler, à l'occasion de l'importante lecture de M. d'Abbadie, une Lettre de M. de Feilitzsch que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie il y a quelque temps. L'auteur n'avait point alors achevé le calcul rigoureux de ses mesures. Depuis il en a publié les résultats définitifs dans un des derniers numéros des *Astronomische Nachrichten*. Il est intéressant de les comparer à ceux que M. d'Abbadie vient de nous communiquer.

» L'angle de position de la protubérance mesurée par M. de Feilitzsch était de 50° (compté de l'est vers le sud); sa variation en hauteur, dans l'hypothèse où cette protubérance ne serait autre chose qu'un appendice du soleil, successivement masqué par la lune, devait donc être en $1^m\,3^s$, durée de l'observation, de $29'',08 \times \cos(50° - 27°44')$ ou de $26'',92$. Au lieu de $26'',92$, les mesures ont donné $47'',2$.

» Ainsi les mesures prises à Castellon de la Plana, au sud de l'Espagne, concordent avec celles que M. d'Abbadie a faites au nord, à Briviesca. Cet accord ne semble-t-il pas apporter une nouvelle force à la conclusion que ces

deux savants ont eux même tirée, chacun de son côté, de leurs observations personnelles, à savoir que les protubérances roses des éclipses totales ne sauraient être des parties intégrantes du soleil, successivement masquées ou démasques par la lune? Il n'est pas superflu de rappeler que ni M. d'Abbadie, ni M. de Feilitzsch n'en étaient à leur coup d'essai : l'un et l'autre étaient allés observer en Suède ou en Norvége l'éclipse totale de 1851. »

M. **Kuhlmann** dépose un paquet cacheté.

NOMINATIONS.

L'Académie procède par la voie du scrutin à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Minéralogie et de Géologie, en remplacement de feu M. *Hausmann*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Daubrée obtient.	45	suffrages.
M. Marcel de Serres.	2	»
M. Raulin.	2	»

M. **Daubrée**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est déclaré élu.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur le mode de nutrition des Mucédinées*; *par* **M. L. Pasteur.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Chevreul, Milne Edwards, Decaisne, Regnault, Cl. Bernard.)

« L'Académie se rappellera peut-être qu'il y a maintenant dix-huit mois j'ai eu l'honneur de lui communiquer une expérience relative à la levûre de bière qui fixa d'une manière particulière l'attention des physiologistes. En semant une trace presque impondérable de ce champignon microscopique dans l'eau pure tenant en dissolution des principes cristallisables et pour ainsi dire inorganiques, à savoir du sucre candi, un sel d'ammoniaque et des phosphates, j'ai vu les petits globules de levûre se multiplier, empruntant leur azote au sel d'ammoniaque, leur carbone au sucre, leur matière minérale aux phosphates, et en même temps le sucre fermentait. La

suppression de l'un quelconque des trois aliments empêchait le développement de la levûre. Plus tard j'ai étendu ces mêmes résultats à la levûre lactique.

» L'expérience précédente mettait un terme aux discussions sur la nature organisée de la levûre de bière, que Berzelius, jusque dans ses derniers écrits, considéra toujours comme un précipité chimique de forme globuleuse. Elle donnait en outre la preuve manifeste des relations cachées qui existent entre les ferments et les végétaux supérieurs.

» L'Académie sait d'ailleurs que toutes les études que j'ai eu l'honneur de lui présenter depuis quelques années concourent à établir ce principe, que ce sont des végétaux mycodermiques, les plus bas placés dans l'échelle des êtres, qui sont l'origine de toutes les fermentations proprement dites. Les résultats que je publie aujourd'hui ajouteront un nouvel appui à cette opinion. En les rapprochant de ceux que j'ai rappelés tout à l'heure, propres à la levûre de bière, ils montreront une grande analogie entre les ferments et les espèces végétales les plus inférieures, comme les plus élevées. J'ai aussi l'espérance que les physiologistes y verront une méthode nouvelle propre à l'examen rigoureux et facile de diverses questions se rattachant à la nutrition des végétaux.

» Dans de l'eau distillée pure, je dissous un sel acide d'ammoniaque cristallisé, du sucre candi et des phosphates provenant de la calcination de la levûre de bière. Puis je sème dans le liquide quelques spores de Penicillium ou d'une Mucédinée quelconque. Ces spores germent facilement, et bientôt, en deux ou trois jours seulement, le liquide est rempli de flocons de mycelium, dont un grand nombre ne tardent pas à s'étaler à la surface de la liqueur, où ils fructifient. La végétation n'a rien de languissant. Par la précaution de l'emploi d'un sel acide d'ammoniaque, on empêche le développement des Infusoires qui par leur présence arrêteraient bientôt les progrès de la petite plante, en absorbant l'oxygène de l'air, dont la Mucédinée ne peut se passer. Tout le carbone de la plante est emprunté au sucre, son azote à l'ammoniaque, sa matière minérale aux phosphates. Il y a donc sur ce point de l'assimilation de l'azote et des phosphates une complète analogie entre les ferments, les Mucédinées et les plantes d'un organisme compliqué. C'est ce que les faits suivants achèveront de prouver d'une manière décisive.

» Si, dans l'expérience que je viens de rapporter, je supprime l'un quelconque des principes en dissolution, la végétation est arrêtée. Par exemple, la matière minérale est celle qui paraîtrait la moins indispensable pour des

êtres de cette nature. Or si la liqueur est privée de phosphates, il n'y a plus de végétation possible, quelle que soit la proportion du sucre et des sels ammoniacaux. C'est à peine si la germination des spores commence par l'influence des phosphates que les spores elles-mêmes que l'on a semées introduisent en quantité infiniment petite. Supprime-t-on de même le sel d'ammoniaque, la plante n'éprouve aucun développement. Il n'y a qu'un commencement de germination très-chétive par l'effet de la présence de la matière albuminoïde des spores semées, bien qu'il y ait surabondance d'azote libre dans l'air ambiant, ou en dissolution dans le liquide. Enfin il en est encore de même si l'on supprime le sucre, l'aliment carboné, alors même qu'il y aurait dans l'air ou dans le liquide des proportions quelconques d'acide carbonique. J'ai reconnu en effet que, sous le rapport de l'origine du carbone, les Mucédinées diffèrent essentiellement des plantes phanérogames. Elles ne décomposent pas l'acide carbonique; elles ne dégagent pas d'oxygène. L'absorption de l'oxygène et le dégagement de l'acide carbonique sont au contraire des actes nécessaires et permanents de leur vie.

» Quelles sont maintenant les conséquences des résultats qui précèdent? En premier lieu ils nous donnent des idées précises sur le mode de nutrition des Mucédinées, à l'égard duquel la science ne possédait que l'observation de M. Bineau rappelée par M. Boussingault dans la dernière séance de l'Académie. D'autre part, et c'est là peut-être ce qu'il faut remarquer de préférence, ils nous découvrent une méthode à l'aide de laquelle la physiologie végétale pourra aborder sans peine les questions les plus délicates de la vie de ces petites plantes, de manière à préparer sûrement la voie pour l'étude des mêmes problèmes chez les végétaux supérieurs.

» Lors même que l'on craindrait de ne pouvoir appliquer aux grands végétaux les résultats fournis par ces organismes d'apparence si infime, il n'y aurait pas moins un grand intérêt à résoudre les difficultés que soulève l'étude de la vie des plantes, en commençant par celles où la moindre complication d'organisation rend les conclusions plus faciles et plus sûres. La plante est réduite ici en quelque sorte à l'état cellulaire, et les progrès de la science montrent de plus en plus que l'étude des actes accomplis sous l'influence de la vie végétale ou animale, dans leurs manifestations les plus compliquées, se ramène en dernière analyse à la découverte des phénomènes propres à la cellule. »

« Après cette communication, **M. Boussingault** dit qu'en effet, comme vient de le rappeler M. Pasteur, il a cité dans son dernier Mémoire les inté-

ressantes expériences de M. Bineau, dans lesquelles l'habile observateur a vu les nitrates et l'ammoniaque disparaître de l'eau de pluie qui les tenait en dissolution, sous l'influence d'une production cryptogamique. On sait qu'il y a dans les eaux météoriques des nitrates et des sels ammoniacaux tenant de l'azote assimilable, des sels de potasse, de soude, de chaux, devant favoriser la végétation; il manquait toutefois un élément tout aussi indispensable, l'acide phosphorique, que, malgré des recherches multipliées, l'on n'avait pas trouvé dans la pluie. M. Boussingault ajoute que cette lacune dans les principes fertilisants des eaux météoriques vient d'être comblée par M. Barral, qui vient de découvrir des phosphates dans l'eau de pluie. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Des modifications dans la conformation du cœur chez les Oiseaux; par* M. **Emile Blanchard**.

(Renvoi à l'examen de la Section de Zoologie et d'Anatomie.)

« La grande uniformité qui existe dans l'organisme des nombreux représentants de la classe des Oiseaux n'a pas beaucoup engagé les anatomistes à s'occuper des modifications que peuvent présenter les divers appareils dans ce vaste groupe du règne animal. Ces modifications cependant paraissent devoir offrir un véritable intérêt, et je me propose de faire connaître successivement les résultats obtenus par une étude que je poursuis depuis longtemps sur ces matières.

» Les modifications de l'appareil respiratoire sont infiniment plus considérables entre les Oiseaux qu'on ne l'a supposé. S'il est vrai que chez presque tous ces animaux il existe des réservoirs aériens extrêmement développés, il n'est pas moins vrai aussi que l'étendue de ces réservoirs varie dans une très-large mesure. Il y a là des différences nombreuses dont on trouve l'explication dans le genre de vie, dans le degré d'activité, comme dans la rapidité des mouvements et la longueur des courses que peuvent exécuter les Oiseaux. Tous leurs os, par exemple, ne sont pas aussi généralement pourvus de cavités aériennes qu'on l'a dit et répété dans la plupart des ouvrages d'anatomie comparée. La quantité d'air que ces animaux ont la faculté de tenir en réserve pour les besoins d'une respiration devenant fort active dans certaines conditions, étant très-variable suivant les types, il s'ensuit que le vol rapide et prolongé, facile pour les uns, suffoquerait inévitablement les autres. Les Oiseaux les plus favorisés sous le rapport de l'agilité n'ont pas du reste dans toutes les circonstances leurs

cellules également pleines d'air. Avant d'entreprendre un long voyage, l'animal, par des aspirations graduées, doit remplir ses vésicules aériennes qui restent flasques et en partie vides après un long repos, ainsi qu'on le voit chez des individus tenus en captivité.

» Je désire ne présenter les résultats de mes recherches sur l'appareil respiratoire des Oiseaux qu'au moment où je serai en mesure de préciser les moindres détails et d'arriver de la sorte à des généralisations sûres; mais dès à présent je puis faire connaître une série de faits que j'ai constatés relativement à l'appareil circulatoire, dont les modifications coïncident d'une manière complète avec celles de l'appareil respiratoire.

» J'ai donné une attention spéciale à la conformation du cœur dans les divers types de la classe des Oiseaux, et je n'ai pas tardé à voir qu'il existait des différences prononcées en rapport avec l'étendue du système respiratoire, ou, ce qui revient au même, avec le degré d'activité possible chez l'animal. Jusqu'ici, il est nécessaire de le noter, on a décrit partout le cœur des Oiseaux comme à peu près identique chez toutes les espèces, et il est facile de s'apercevoir que c'est ordinairement le cœur du coq qui a servi aux descriptions générales. Certains auteurs, à la vérité, ont publié des tableaux indiquant le poids du cœur comparé à celui du corps dans quelques espèces choisies comme au hasard et ainsi sans en déduire aucune conclusion. Je n'ai pas, du reste, beaucoup cherché moi-même à tirer parti de données de ce genre, trouvant presque une impossibilité à les obtenir d'une manière suffisamment comparative.

» Ne pouvant, dans ce court extrait de mon travail, entrer dans de minutieux détails anatomiques, je me bornerai à mentionner les principaux faits constatés par des comparaisons multipliées sur un très-grand nombre d'espèces.

» Chez les Oiseaux dont le vol est lourd et peu soutenu, le cœur a, relativement au volume du corps, des proportions médiocres. Les Gallinacés en offrent des exemples, et déjà ce point est en quelque sorte établi par les tables du poids du cœur qu'ont données MM. Tiedemann et Joseph Jones. Le ventricule droit dans ces Oiseaux est plus court que dans la plupart des autres types; sa capacité se trouve ainsi être assez minime. La valvule auriculo-ventriculaire n'est pas extrêmement épaisse et son bord postérieur est presque droit; en même temps, les colonnes musculaires de l'oreillette du même côté sont faibles, et l'épaisseur des parois du ventricule gauche est notablement moindre que chez les espèces dont le vol est rapide et prolongé.

» Dans les Canards et bien plus encore dans les grands Echassiers, comme les Grues, le Flamant, etc., les parois du ventricule gauche ont une épaisseur énorme, et les colonnes charnues qui garnissent leur face interne ont une puissance remarquable. Le ventricule droit se prolonge plus loin vers la pointe du cœur que dans les Gallinacés, ce qui naturellement augmente sa capacité. La valvule auriculo-ventriculaire est plus solide et plus large, et l'oreillette, dont l'appendice a plus d'ampleur, est aussi pourvue de plus fortes colonnes musculaires.

» Cette structure fait tout de suite reconnaître chez le Canard et surtout chez la Grue, que le cœur est susceptible de contractions plus énergiques que chez le Coq ou le Faisan, que la quantité de sang veineux qu'il peut contenir est plus considérable et y arrive avec plus de force, ce qui rend nécessaire une résistance supérieure de la part de la valvule auriculo-ventriculaire.

» Examinons-nous le cœur chez les Fringilles, c'est-à-dire dans le très-grand nombre des Oiseaux connus sous le nom de Passereaux, nous trouvons là des proportions moyennes dans toutes les parties; tandis que chez quelques autres types classés aussi dans les Passereaux par la plupart des zoologistes, comme la Huppe et surtout les Martinets, oiseaux essentiellement voyageurs, ayant leurs cellules aériennes extrêmement développées et presque tous les os pneumatisés, on est frappé, en les comparant à des Fringilles de même taille, du volume considérable de leur cœur. Les colonnes charnues de leur ventricule gauche sont plus épaisses ; leur ventricule droit est plus étendu, et sa valvule auriculaire s'élargissant vers la paroi interventriculaire décrit une courbe bien prononcée, ce qui accroît sa puissance et lui permet, au moment de la systole, de contribuer à chasser le sang dans l'artère pulmonaire avec d'autant plus de force.

» Chez les Perroquets, oiseaux en général sédentaires et incapables de soutenir leur vol pendant bien longtemps, le cœur, dans toutes ses parties, est relativement assez faible.

» Au contraire, les Oiseaux de proie qui s'élèvent dans l'air à de grandes hauteurs, comme les Faucons, les Autours, les Aigles, ont le cœur volumineux et proportionnellement très-large comparé à celui des autres Oiseaux (il n'est pas question ici des espèces du groupe des Autruches). Le ventricule droit, qui se termine très-près de la pointe du cœur, offre une capacité qu'on ne trouve pas ailleurs, et sa valvule auriculaire a une forme très-approchée de celle que j'ai signalée chez les Martinets.

» Nous pouvons donc conclure de ces faits, que le cœur, dans les divers types de la classe des Oiseaux, à l'exception des Autruches, est toujours

conformé sur le même plan, ainsi qu'on l'a dit, mais, ce que l'on n'a pas dit, avec des modifications suivant les types : modifications en rapport avec la nature de la locomotion comme avec l'étendue des réservoirs aériens. Nous sommes assurés, par l'examen des parties, que les contractions du ventricule gauche chassant le fluide nourricier dans tout le système artériel, atteignent leur plus grande force chez les Oiseaux d'un vol puissant, que chez ces mêmes Oiseaux la quantité de sang veineux que peut recevoir le cœur est plus considérable que dans les autres types, comme cela est démontré par la capacité du ventricule droit, et que c'est encore chez ces Oiseaux que le sang est poussé avec le plus d'énergie dans l'artère pulmonaire, cela étant rendu évident par la conformation de la valvule auriculo-ventriculaire.

» Je passe ici sous silence les Oiseaux du groupe des Autruches, les recherches de plusieurs anatomistes ayant déjà fait connaître les principales particularités du cœur de ces animaux, très-distincts à beaucoup d'égards des autres représentants de la même grande division zoologique.

» En citant des exemples pris dans différentes familles de la classe des Oiseaux, j'ai eu en vue d'indiquer les modifications les plus sensibles ; mais je dois dire qu'entre certaines espèces d'une même famille il existe souvent des modifications secondaires encore fort appréciables.

» L'étendue et l'activité de la respiration étant partout en rapport avec le degré d'activité générale, et l'appareil circulatoire étant toujours modifié suivant le développement des organes de la respiration, la classe des Mammifères offrira, de ce côté, plus encore que la classe des Oiseaux, des particularités remarquables de structure créées en vue de conditions biologiques déterminées. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

« M. **Milne Edwards** présente au nom de *M. Hesse* deux tubes dans lesquels se trouvent renfermés :

» 1°. Plusieurs embryons de Caliges, fixés à leur mère, par une expansion membraneuse ;

» 2°. Huit ou dix embryons de Trébies, également fixés, par une expansion membraneuse, sur les branchies d'un Gade.

» Ces faits matériels, dit M. Hesse dans la Lettre d'envoi, confirment la curieuse découverte que j'ai faite et que j'ai consignée dans le Mémoire que j'ai adressé à ce sujet à l'Académie et qui a pour titre : « Des moyens

singuliers à l'aide desquels certains Crustacés parasites assurent la conservation de leur espèce pendant la phase embryonnaire. »

(Renvoi à l'examen d'une Commission composée de MM. Milne Edwards et de Quatrefages.)

M. **Milne Edwards** présente une Note de M. le professeur *Moleschott*, de Zurich, « Sur la structure des follicules pileux du cuir chevelu de l'homme », et des préparations anatomiques qui, examinées au microscope, montrent la plupart des dispositions organiques indiquées par l'auteur.

Le travail de M. Moleschott est envoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Milne Edwards, Cl. Bernard et de Quatrefages.

MÉDECINE. — *Note sur l'emploi du curare dans le traitement des névroses convulsives et en particulier dans celui de l'épilepsie ; par* M. le Dr **L. Thiercelin.** (Extrait.)

(Commissaires désignés pour de précédentes communications sur l'emploi thérapeutique du curare : MM. Flourens, Velpeau, Pelouze, Cl. Bernard, J. Cloquet.)

« Guidé par les travaux de M. Cl. Bernard, qui déduit de ses belles expériences sur le curare que ce poison doit être considéré comme l'antagoniste du phénomène morbide *convulsions*, encouragé par les tentatives de traitement du tétanos, publiées depuis quelque temps, et en particulier par un fait de ma pratique constaté et contrôlé par le Dr Piedagnel, bien qu'il ne m'ait pas paru assez concluant pour être publié, je fus conduit par analogie à essayer cette substance dans plusieurs maladies convulsives telles que la chorée, l'hystérie, etc., et surtout contre l'épilepsie, maladie si rebelle à tous les traitements institués contre elle jusqu'à ce jour. M. Bernard avait bien voulu mettre à ma disposition quelques grammes de curare. J'en employai une partie à faire sur des chiens des expériences qui pussent m'indiquer approximativement les doses toxiques *minima*, et par suite les doses thérapeutiques *maxima*, afin d'agir avec sécurité. Ce qui me restait fut destiné à deux épileptiques que j'avais en traitement depuis quelques mois, et chez lesquels les diverses médications employées jusqu'alors avaient été impuissantes.

» De ces deux malades, l'un, jeune homme de 23 ans, affecté d'une épi-

lepsie congénitale héréditaire, a passé quatre ans à l'hospice de Charenton. Considéré comme incurable, il avait cessé de recevoir des soins médicaux depuis environ deux ans. Ses accès variaient entre 15 et 20 par mois, dont partie n'étaient que des vertiges, et les autres, en plus grand nombre, de *haut mal*. L'autre, jeune fille de 17 ans, est épileptique depuis huit ans. Les accès, à l'état de vertiges pendant un an, ont ensuite pris le caractère du *haut mal*, mais seulement nocturnes pendant deux ans. Depuis cinq ans, ces accès venaient le jour et la nuit, et étaient caractérisés par des convulsions violentes, les cris aigus, le râle guttural, l'écume à la bouche, etc., etc. Leur nombre est de 28 à 29 par mois depuis un an. Cette jeune fille a été confiée pendant trois ans à un médecin spécialiste, célèbre à juste titre.

» Sous l'influence du curare administré à doses variant entre 3 et 5 centigrammes par jour, au moyen d'un vésicatoire en pleine suppuration, j'ai vu, dans l'espace de deux mois (décembre et janvier derniers) les accès diminuer, de manière que chez l'un nous n'en avons compté que 5 au lieu de 15 ou 20, et chez l'autre 8 au lieu de 28 ou 29 dans le dernier mois. La gravité des convulsions s'est amendée aussi d'une manière très-notable, et l'état général s'est très-sensiblement amélioré. Ainsi, l'appétit a augmenté en ramenant les forces et l'embonpoint. A l'irritabilité nerveuse, si grande habituellement chez ces malades, ont succédé un calme intellectuel et une bonne humeur constante faisant présager un retour prochain à une santé parfaite. Je dois dire que, tout en employant le curare, je n'avais pas cessé pour cela le traitement prescrit précédemment et qui se composait surtout de valériane, d'aliments froids, etc.

» Cette amélioration me donnait de grandes espérances, quand malheureusement au bout du deuxième mois je me trouvai désarmé. Ma petite provision de curare était épuisée ; j'en recherchai d'autre, mais ne pus m'en procurer. La contre-épreuve se produisit alors rapidement chez mes deux malades. Les accès revinrent dans le mois suivant (février) à leur ancienne fréquence ou à peu près; à savoir 15 par mois pour l'un, et pour l'autre 24.

» Il y a un mois environ, j'obtins de l'obligeance de M. Mialhe, un nouvel échantillon de 1 gramme 50 centigrammes de curare. J'en recommençai l'administration chez la jeune fille seulement, l'exiguïté de ma provision ne me permettant pas de mener mes deux traitements de front.

» Dans l'espace de dix jours, ma jeune malade reçut sur un vésicatoire du bras 50 centigrammes, soit 5 centigrammes par jour en une seule dose. Pendant ces dix jours, trois crises seulement, revenant la nuit, et avec peu de convulsions. Amélioration manifeste. Le onzième jour, le médicament

manque, il survient trois accès dans la nuit suivante. Les convulsions ont repris une certaine intensité. Le douzième jour, je remets aux parents un gramme du médicament divisé en quatorze paquets et devant être administré en quatorze jours. Chaque paquet devait suffire à trois pansements. Hier dimanche, le deuxième paquet a été employé, et pendant ces douze derniers jours nous n'avons eu à constater que deux accès nocturnes d'une durée au-dessous de la moyenne et de peu d'intensité. Je touche encore à la fin de ma dernière provision. Demain mon dernier paquet sera administré; et j'ai tout lieu de craindre que désormais, l'administration du médicament cessant, les accidents vont reparaître et reprendre leur intensité passée.

» Il me paraît utile de dire pourquoi j'ai administré le curare aux doses que j'ai indiquées, et pourquoi j'ai donné la préférence à la poudre sur la dissolution aqueuse ou alcoolique.

» On sait jusqu'à présent du curare que c'est un extrait sec, cassant, rouge-brun, etc.; mais on se demande quelles plantes le fournissent. Ne contient-il même que des sucs végétaux? Ce qu'on appelle curarine ne cristallisant pas, ne peut jusqu'à présent être considéré comme un produit défini, à composition déterminée et toujours identique. De là l'obligation, chaque fois qu'on a un échantillon nouveau de curare, d'en essayer et d'en mesurer la puissance. Or l'eau et l'alcool peuvent-ils extraire toutes les parties actives? On l'ignore. N'est-il pas alors plus sage, jusqu'à ce que la chimie soit venue éclairer cette question assez complexe, d'employer la substance telle qu'elle nous parvient. Quant à la manière de mesurer sa puissance toxique, elle consiste dans son emploi sur les animaux. Pour mon compte, je me suis toujours servi de chiens dont je déterminais exactement le poids et que je faisais jeûner pendant le même nombre d'heures. J'inocule le poison finement pulvérisé et mêlé à un peu de sucre, dans une petite plaie sous-cutanée de la cuisse. Or, d'une série assez nombreuse d'expériences, j'ai conclu qu'un chien de 6 kilogrammes était tué dans l'espace de 20 à 25 minutes par 5 centigrammes de curare bien pulvérisé, les premiers accidents de résolution se manifestant de la dixième à la douzième minute. Avec 3 centigrammes, je n'ai remarqué qu'une résolution passagère du train de derrière (20 à 25 minutes); avec 2 centigrammes, démarche chancelante, chute sur le siége, mais le tout durant quelques minutes seulement; avec 1 centigramme, rien d'apparent. Divisant 5 centigrammes par 6 kilogrammes, on a 8 milligrammes de poison par kilogramme de chien tué. Si on admettait que l'action fût en raison de la masse, on tuerait un animal

de 60 kilogrammes avec 50 centigrammes environ. Mais sachant que la relation directe n'existe pas et qu'on doit diminuer la dose relative à mesure que la masse augmente, sans qu'il y ait du reste de règle fixe à suivre, on peut admettre qu'il y aurait danger à donner à un animal de 60 kilogrammes une dose de 40 centigrammes, et qu'on doit se tenir au-dessous de cette limite, qu'on peut considérer comme extrême. »

ANATOMIE COMPARÉE DES VÉGÉTAUX. — *Des rapports de l'anatomie des Thésiacées ou Santalacées avec l'anatomie générale et avec la physiologie; par* **M. Ad. Chatin.** (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à l'examen de la Section de Botanique.)

« Les recherches d'anatomie comparée que j'ai entreprises il y a déjà longtemps ont pour objet le plus prochain la classification; mais cet objet n'est pas le seul. Ces recherches doivent en outre fournir les éléments de l'histoire anatomique complète des organes composés (rhizomes, tiges, feuilles, etc.) que l'on ne connaît encore que par leurs traits les plus généraux et dont plusieurs même, anatomiquement fort distincts, ont été jusqu'ici confondus. Elles sont aussi destinées à servir de base à l'anatomie générale, en faisant connaître les variétés si nombreuses de chacun des tissus suivi, tant dans sa structure intime et ses formes, que dans les dispositions qu'il affecte. Enfin elles donneront entrée dans le domaine de la physiologie par la porte qu'ont prise les zoologistes, par la porte de l'anatomie. Après avoir posé les questions, l'anatomie appellera le plus souvent à son aide les sciences physico-chimiques, dont elle restera le guide fidèle.

» Ces vues, qui me dirigent et qui ressortent de chacun de mes travaux, n'ont cependant pas été généralement comprises. Je les formule ici d'une façon explicite, afin que chacun voie clairement les objets vers lesquels convergent ces recherches d'anatomie, dont la physiologie elle-même est le but ultime. Voici, comme application de ma méthode, le tribut apporté par les Thésiacées à l'histoire générale de l'organographie et de l'anatomie des tissus proprement dite ainsi qu'à la physiologie.

I. *Rapports avec l'organographie.*

» Les faits à grouper ici se rapportent surtout aux organes de nutrition; quelques observations intéressent les axes floraux.

» *Racines.* — Il faut signaler, surtout comme caractère commun aux racines et aux rhizomes d'une même plante, l'existence, dans celles de l'*Osyris*,

d'un tissu subéroïde, puis, comme concernant plus spécialement leur propre histoire : dans toutes les Thésiacées, l'absence de fibres corticales et de trachées vraies; dans la plupart des Thésiacées, des fibres ligneuses non ponctuées; dans le *Thesium*, etc., des cellules scléreuses; dans l'*Osyris*, une segmentation du corps ligneux rappelant celle du *Tropæolum*, plus une sous-division de chaque segment par des *rayons corticaux*, comme si, comme le voulait le savant Dutrochet, la médulle externe était identique à la moelle.

» *Suçoirs*. — Toujours (?) pourvus d'un cône utriculaire perforant et d'un cône vasculaire, les suçoirs de quelques *Thésiacées* ont des replis préhenseurs doublés d'une lame fibreuse.

» *Rhizome*. — Celui de l'*Osyris* offre, à l'exclusion de la tige, le tissu tubéroïde rose des racines. Le rhizome du *Comandra* manque, comme les racines, de fibres corticales, tissu qui forme des faisceaux dans la tige. Cet organe manque, dans la plupart des Thésiacées, de vraies trachées et de ponctuations aux cellules médullaires. Dans le *Comandra*, comme chez les Épirhizanthées et beaucoup d'Orobanchées, le corps ligneux se compose de faisceaux isolés par le tissu utriculaire.

» *Tige*. — Elle offre quelques exceptions à l'état habituel. Le *Comandra* et le *Quinchamalium* manquent de vrais rayons médullaires. L'*Arjona* et le *Nanodea* ont, comme le rhizome du *Comandra*, le système ligneux formé de faisceaux isolés; il manque en outre de vaisseaux spiraux.

» *Pédicelles*. — Contrairement à l'opinion commune qui les assimile aux tiges ou axes à feuilles, ils diffèrent généralement par le manque de fibres libériennes, de rayons et de moelle, par leurs faisceaux ligneux fréquemment isolés, et par le groupement de leurs vaisseaux en un nombre donné de paquets.

» *Feuilles*. — Les *Thésiacées* justifient ces deux lois que j'ai formulées : « Lorsque les deux épidermes sont identiques, le parenchyme est ou homogène ou symétrique; lorsque les épidermes sont dissemblables, le parenchyme est hétérogène et asymétrique. » Deux exceptions curieuses à d'autres rapports que j'ai signalés aussi sont les suivantes. Le *Sphærocarya leprosa* a les épidermes dissemblables, avec ce double caractère que c'est l'épiderme supérieur qui a des cellules sinueuses, et qu'il ne porte pas les stomates. Or les règles sont, que quand un seul des épidermes est formé de cellules à bords sinueux, il porte les stomates et occupe la page inférieure des feuilles. Seul jusqu'à ce jour, le *Sphærocarya* échappe à ces lois qui embrassent toutes les plantes à feuilles végétant au sein de l'atmo-

sphère. Et telle est cependant la constance du premier rapport, celui qui lie la présence des stomates aux cellules sinueuses de l'un des épidermes, que quand, comme dans le *Nymphæa* et l'*Hydrocharis*, les feuilles appliquées sur l'eau par leur page inférieure ne peuvent porter utilement leurs stomates qu'à la page supérieure, c'est sur cette dernière que se trouvent reportées les cellules sinueuses.

» Le faisceau des feuilles a présenté : dans le *Dufrenoya* et le *Pyrularia pubera*, de vraies fibres corticales comme dans les Nyssacées et les Combretacées; dans l'*Arjona*, le *Dufrenoya*, quelques *Osyris* et *Thesium*, des fibres ligneuses ponctuées; dans le *Mida*, un tissu cambial interne; dans le *Dufrenoya*, le faisceau en anneau, avec moelle et rayons; dans l'*Arjona*, pas de trachées.

II. *Rapports avec l'anatomie générale.*

» *a. Rapports avec la nature des tissus.* — La cuticule épidermique doit être mentionnée pour sa grande épaisseur dans les *Anthobolus*, *Choretrum*, *Exocarpos*, dans le *Cervantesia* surtout. Des cellules épidermiques sinueuses n'ont été vues ici que dans le *Comandra* et le *Sphærocarya*. — Contrairement à l'opinion générale, beaucoup trop absolue, de la chlorophylle existe chez les Thésiacées, dans presque toutes les cellules épidermiques. L'état ordinaire de ces cellules est d'être déprimées; dans le *Cervantesia*, elles sont fortement comprimées. — La production de cellules prosenchymateuses et scléreuses est commune, dans le parenchyme cortical des *Arjona*, *Cervantesia*, *Dufrenoya*, *Exocarpos*, *Henslowia* et *Thesium*, dans le parenchyme médullaire des *Nanodea*, *Mida* et *Quinchamalium*. — Les fibres libériennes de l'*Arjona* sont ponctuées; celles du *Myoschilos* contiennent de fins granules offrant les caractères attribués par M. Payen aux granules azotés. — Développée parallèlement au vrai corps ligneux, la zone cambiale, le plus souvent en cercle, quelquefois segmentée (*Arjona*, *Nanodea*), peut servir de critère pour reconnaître, comme dans le *Quinchamalium*, les cas où le système ligneux, formant en apparence un cercle continu, est en réalité composé de segments réunis par du parenchyme devenu prosenchymateux. Ordinairement ponctuées, les fibres du bois sont rayées ou scalariformes dans le *Nanodea*, et simples dans le *Quinchamalium*. — Des vaisseaux particuliers pour l'ordre, mais différents dans chacun des deux genres, existent chez le *Pyrularia* et le *Sphærocarya*.

» *b. Rapports avec la disposition des tissus.* — Ici se placent : les rentrées du parenchyme cortical entre les faisceaux ligneux du *Nanodea*; les

rayons corticaux des racines dans l'*Osyris*, la disposition symétrique des tissus prosenchymateux et scléreux dans l'*Arjona*, le *Dufrenoya*, l'*Henslowia* et le *Quinchamalium;* celle des fibres corticales, formant un cercle continu avec renflements fasciculaires dans la tige du *Mida*, un cercle brisé, sans faisceaux proprement dits, chez le *Sphærocarya*, et entourant le système fibro-vasculaire des feuilles du *Sphærocarya;* enfin, la disposition, ou rayonnante ou que dans la tige vaisseaux dans les feuilles et les pédicelles de l'ordre, ainsi fasciculaire des de quelques *Quinchamalium*.

III. *Rapports avec la physiologie.*

» Les faits généraux à noter comme intéressant la physiologie sont les suivants :

» Exclusion habituelle, comme l'a reconnu le premier M. Payen (*Mémoires sur le développement des vég.*, pl. 2 à pl. 7) des granules verts par la présence de cristaux dans les cellules;

» Exclusion fréquente aussi des granules verts par les liquides colorés; peu d'épaisseur des parois des cellules contenant, soit des cristaux, soit des granules organiques;

» Respiration dermique rendue évidente dans beaucoup de plantes non aquatiques par la présence de matière verte à l'intérieur des cellules de l'épiderme;

» Production de quatre couches ligneuses dans le cours d'une seule année chez le *Buckleya*.

» Enfin, et surtout, coloration fréquente, après la mort de la plante, des tissus dans lesquels se passaient les phénomènes les plus actifs de la végétation. Cette dernière observation se lie à l'importante question de physiologie végétale traitée par M. Fremy dans l'une des dernières séances. Elle m'a porté, il y a déjà longtemps, à entreprendre quelques recherches chimiques que je demanderai à l'Académie la permission de lui soumettre prochainement. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur la classification des polyèdres; par* **M. Ph. Breton.**
(Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Bertrand, Serret.)

« Si l'on nomme A, S, F les nombres des arêtes, des sommets et des faces d'un polyèdre, on sait, par le théorème d'Euler, qu'on a toujours

$$S + F = A + 2. \tag{1}$$

» En considérant d'une part qu'un polygone a toujours au moins 3 côtés et que chaque arête d'un polyèdre appartient à deux faces; et d'autre part que tout sommet de polyèdre a au moins 3 faces et que toute arête joint deux sommets, on trouve les deux conditions-limites ci-dessous :

$$(2) \qquad 3F \leqq 2A,$$

$$(3) \qquad 3S \leqq 2A.$$

» Si la condition (2) devient une égalité, toutes les faces du polyedre sont des triangles; si c'est la condition (3) qui devient une égalité, tous les sommets sont des angles trièdres. Dans le premier cas les faces sont en nombre pair, dans le second cas ce sont les sommets qui sont en nombre pair, et dans l'un et l'autre cas le nombre des arêtes est un multiple de 3.

» Si l'on nomme *ordre* l'ensemble de tous les polyèdres qui ont le même nombre d'arêtes, et si on divise les ordres en *genres* suivant le nombre des sommets ou des faces, la série des ordres commence par celui de 6 arêtes, et en faisant croître la valeur de A qui caractérise les ordres, le nombre de genres qu'ils contiennent respectivement varie comme il suit :

Nombres d'arêtes de chaque ordre....	6,	7,	8,	9,	10,	11,	12,	13,	14,	15,	16,	17,	18,	19,	20
Nombre de genres contenus dans chaque ordre..........	1,	0,	1,	2,	1,	2,	3,	2,	3,	4,	3,	4,	5,	4,	5

» La série des ordres se partage ainsi en groupes de 3 ordres *équigénériques* entrelacés. Ainsi les ordres à 6, 8 et 10 arêtes sont *unigénériques*, ceux à 9, 11 et 13 arêtes sont *bigénériques*, ceux à 12, 14 et 16 arêtes sont *trigénériques*; généralement ceux à $3n$, $(3n+2)$, et $(3n+4)$ arêtes contiennent chacun $(n-1)$ genres, ou sont $(n-1)$ *génériques*.

» Les ordres à $3n$ arêtes seuls ont des genres extrêmes, savoir un genre *extrême trièdre*, où tous les sommets sont trièdres, et un genre *extrême triangulaire*, où toutes les faces sont des triangles.

» Dans tout ordre qui a un nombre pair d'arêtes, il existe un *genre moyen*, c'est-à-dire ayant autant de sommets que de faces. On a, pour les genres moyens

$$S = F = \frac{1}{2}A + 1.$$

» Toutes ces propositions et plusieurs autres se démontrent sans calcul, avec une extrême facilité par la simple inspection d'une figure symbolique, que le lecteur peut tracer très-facilement sans instrument sur

papier quadrillé, à l'aide des indications suivantes. Il faut simplement concevoir dans l'espace 3 coordonnées rectangulaires représentant les 3 nombres S, F, A; dans cet espace l'équation (1) représente un plan, dont les 3 traces se placent sur une seule et même droite, quand on rabat les plans coordonnés des AS et des AF sur le plan des SF; en prenant les conditions-limites (2) et (3) avec le signe $=$, elles représentent dans le plan (1) deux droites qui se coupent au point T($A = 6$, $S = F = 4$), qui correspond au tétraèdre. Au delà, ces deux droites-limites embrassent un angle qui a la même bissectrice que l'angle compris entre les axes des S et des F. Tout point du plan (1) qui se projette dans cet angle ou sur un de ses côtés en un point dont l'S et l'F sont entiers, a aussi une valeur entière pour A, et correspond à un genre de polyèdres possibles. C'est ainsi qu'on voit que la ligne du plan (1) correspondante à $A = 7$ ne rencontre aucun point entier dans l'angle des limites ou sur ses côtés, d'où il suit qu'aucun polyèdre n'a ses arêtes au nombre de 7. Les horizontales du plan (1) pour lesquelles on a $A = 8$ et $A = 10$ rencontrent chacune un seul point entier dans l'angle des limites, et ces deux points correspondent aux pyramides quadrangulaire et pentagonale, qui ont l'une 8 arêtes, 5 sommets et 5 faces, l'autre 10 arêtes, 6 sommets et 6 faces.

» On obtient des exemples des genres extrêmes de l'ordre à $3n$ arêtes en prenant : 1° un prisme dont la base a n côtés, ce qui donne $(n+2)$ faces et $2n$ sommets trièdres; 2° une double pyramide, ou un assemblage de deux pyramides ayant une base commune de n côtés, ce qui donne $(n+2)$ sommets et $2n$ faces triangulaires.

» La possibilité d'un polyèdre ne peut être assujettie à aucune autre condition d'égalité que l'équation (1), et à aucune condition-limite autre que les conditions (2) et (3). »

MÉCANIQUE. — *Mémoire sur la rotation d'un corps solide autour de son centre de gravité; par* **M. A. Lafon.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Delaunay, Bertrand.)

« Je me suis proposé, dans ce travail, d'étudier, dans certains cas particuliers, le mouvement d'un corps solide autour d'un point fixe.

» Je considère d'abord un corps de forme quelconque, pouvant tourner autour de son centre de gravité, et je ramène le problème à des quadratures, en suivant une méthode que j'ai cru devoir exposer complétement.

» Je cherche ensuite ce que deviennent les équations du mouvement

dans le cas où, le solide étant de révolution, on tient compte de la rotation de la terre, et je fais voir que, dans ce cas comme dans le précédent, la même formule donne, au moyen de quadratures, les intégrales qui complètent la solution du problème.

§ I.

» Je suppose les équations différentielles du mouvement mises sous la forme

$$\frac{dp_1}{dt} = -\frac{dH}{dq_1}, \quad \frac{dq_1}{dt} = \frac{dH}{dp_1};$$

c'est-à-dire du premier degré, et au nombre de $2n$ (n étant le nombre des points).

» En supposant que l'on connaisse r intégrales, résolues par rapport aux constantes $a_1, \ldots, a_r$, je cherche dans quel cas on peut avoir leurs *conjuguées*.

» Après avoir fait voir qu'il doit exister entre deux intégrales conjuguées, a_1 et b_1 par exemple, $2n$ relations de la forme

$$\frac{dp_1}{da_1} = -\frac{db_1}{dq_1}, \quad \frac{dq_1}{da_1} = \frac{db_1}{dp_1},$$

j'arrive à la formule

$$(1) \quad \left\{ \begin{aligned} \left(\frac{db_1}{dq_1}\right) = -\left(\frac{dp_1}{da_1}\right) + \sum\nolimits_{r+1}^{n} \left[\frac{dp_1}{dp_i}\left(\frac{db_1}{dq_i}\right) - \frac{dp_1}{dq_i}\left(\frac{db_1}{dp_i}\right)\right] - \frac{db_1}{dp_2}\frac{\Sigma P_{i,i'}^{1,2}(a_i, a_{i'})}{D} \cdots \\ - \frac{db_1}{dp_r}\frac{\Sigma P_{i,i'}^{1,r}(a_i, a_{i'})}{D}, \end{aligned} \right.$$

dans laquelle je désigne par $\left(\frac{db_1}{dq_1}\right)$, $\left(\frac{dp_1}{da_1}\right)$ les dérivées de p_1 et de b_1, prises en considérant p_1 et b_1 comme fonctions de $a_1, \ldots, a_r, p_{r+1}, \ldots, p_n, q_1, \ldots, q_n$, et par $(a_i, a_{i'})$ les *fonctions alternées* de Poisson.

» On trouverait évidemment r équations analogues à l'équation (1), et, par une combinaison facile, dans le cas, assez fréquent, où toutes les fonctions $(a_i, a_{i'})$ sont nulles, on arrive à la relation

$$(2) \qquad \sum\nolimits_1^n \left(\frac{db_1}{dq_i}\right) dq_i + \sum\nolimits_{r+1}^n \left(\frac{db_1}{dp_i}\right) dp_i = -\sum\nolimits_1^r \left(\frac{dp_1}{da_1}\right) dq_i.$$

» Dans les deux exemples que je vais considérer, le deuxième membre

de l'équation (2) est une différentielle exacte, et l'on peut trouver les intégrales conjuguées des intégrales données.

§ II.

Mouvement d'un corps solide autour d'un point fixe, dans le cas où il n'y a aucune force extérieure.

» En désignant par q_1, q_2, q_3 les trois angles qui déterminent le mouvement du corps, par λ et h deux constantes arbitraires, et en faisant usage, pour le reste, des notations ordinaires, on trouve

$$\lambda = p_1^2 + p_3^2 + \rho^2 = p_1^2 + p_3^2 + \left(\frac{p_2 + p_3 \cos q_1}{\sin q_1}\right)^2,$$

$$2h = p_1\left(\frac{1}{B} - \frac{1}{A}\right)\rho \sin 2q_3 - \frac{1}{2}\left(\frac{1}{B} - \frac{1}{A}\right)(p_1^2 - \rho^2)\cos 2q_3 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{B} + \frac{1}{A}\right)(\rho^2 + p_1^2) + \frac{p_3^2}{C}.$$

Appelons μ et α les intégrales conjuguées de λ et h, et posons, pour abréger,

$$\rho' = \frac{p_3 + p_2 \cos q_1}{\sin q_1},$$

nous aurons

$$\alpha - t = \int \frac{dp_3}{\sqrt{\left[\frac{\lambda}{B} - 2h - \left(\frac{1}{B} - \frac{1}{C}\right)p_3^2\right]\left[2h - \frac{\lambda}{A} + \left(\frac{1}{A} - \frac{1}{C}\right)p_3^2\right]}} = \int \frac{dp_3}{X},$$

$$\mu = -\int \frac{\frac{1}{2}\left(\frac{p_2}{\rho'} + \frac{p_3}{\rho}\right)}{\lambda - p_1^2} dp_1 + \frac{1}{2}\int \frac{\rho\left(\frac{p_3^2}{C} - 2h\right) - Xp_1}{X\rho(\lambda - p_3^2)} dp_3.$$

§ III.

Mouvement d'un corps solide autour de son centre de gravité, en tenant compte de la rotation de la terre.

» Les trois axes auxquels nous rapportions le mouvement dans le problème précédent, pourront encore être considérés comme fixes si nous nous servons du théorème de Coriolis sur les mouvements relatifs.

» Or, si l'on désigne par $Rl.\cos a$ la projection, sur l'axe instantané, de l'axe du moment résultant, et par $\omega\theta$ l'angle décrit par le corps pendant un temps très-court et arbitraire θ, l'expression $Rl.\cos a.\omega\theta$ désignera la somme des travaux virtuels, et nous aurons immédiatement les équations du mouvement.

» Admettons que le solide soit de révolution, et choisissons les axes

fixes qui jusqu'ici sont restés arbitraires, de manière que l'axe des x soit parallèle à l'axe terrestre, les équations du mouvement prendront la forme simple

$$\frac{dp_1}{dt} = -\frac{\rho\rho'}{A\sin q_1} - \frac{2A-C}{A}\omega\rho\cos q_1 - \omega p_3 \sin q_1, \quad \frac{dp_2}{dt} = 2\omega\frac{A-C}{A}p_1\sin q_1\cos q_1,$$

$$\frac{dp_3}{dt} = \omega\frac{C}{A}p_1\sin q_1, \quad \frac{dq_1}{dt} = \frac{p_1}{A}, \quad \frac{dq_2}{dt} = \frac{\rho}{A\sin q_1}, \quad \frac{dq_3}{dt} = \frac{\rho\cot q_1}{A} + \frac{p_3}{C},$$

d'où

$$p_2 + \omega(A-C)\cos^2 q_1 = \text{const} = \alpha, \quad p_3 + \omega C\cos q_1 = \text{const} = \beta.$$

Désignons par h_1, α_1, β_1 trois constantes arbitraires, les trois dernières intégrales seront

$$h_1 - t = -\int\frac{A}{p_1}dq_1, \quad \alpha_1 = -\int\left(dq_2 - \frac{\rho}{p_1\sin q_1}dq_1\right),$$

$$\beta_1 = -\int\left[dq_3 - \left(\frac{\rho\cot q_1}{p_1} + \frac{Ap_3}{Cp_1}\right)dq_1\right].$$

Elles peuvent être mises sous la forme générale

$$h_1 - t = -\int\left(\frac{dp_1}{dh}\right)dq_1, \quad \alpha_1 = -\int\left[\left(\frac{dp_2}{d\alpha}\right)dq_2 + \left(\frac{dp_1}{d\alpha}\right)dq_1\right],$$

$$\beta_1 = -\int\left[\left(\frac{dp_3}{d\beta}\right)dq_3 + \left(\frac{dp_1}{d\beta}\right)dq_1\right]. \text{ »}$$

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Mémoire sur le mouvement des nœuds de la Lune; par* **M. G. Lespiault.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Faye, Delaunay, Bertrand.)

« On sait que les nœuds de l'orbite lunaire rétrogradent sur l'écliptique, de manière à accomplir leur révolution sidérale en 18 ans $\frac{2}{3}$ environ, ou plus exactement en 6793j,39. Pendant ce temps l'inclinaison des deux plans conserve une valeur moyenne de 5° 8′ 48″, assujettie à quelques inégalités semi-mensuelles ou semi-annuelles, qui s'élèvent, dans leur maximum, à 9′, en plus ou en moins. A chacune de ces inégalités en correspond une

autre dans le mouvement du nœud, de sorte que l'on peut obtenir une image simple du déplacement de l'orbite, en concevant que son axe éprouve une sorte de nutation autour de la position moyenne qu'il occupait à chaque instant, s'il ne faisait que décrire un cône circulaire autour de l'axe de l'écliptique.

» En outre de ces inégalités à courte période, il en existe une autre que la théorie a révélée à Laplace, et dont la période est égale à la durée même de la révolution du nœud. On peut représenter cette inégalité, en concevant que l'orbe lunaire, au lieu de se mouvoir sur l'écliptique, avec une inclinaison constante, se meuve, avec les mêmes conditions, sur un plan très-peu incliné à l'écliptique, et passant constamment par les équinoxes, entre l'écliptique et l'équateur. Cette inégalité a une importance particulière, parce qu'elle provient de l'action du ménisque terrestre sur la Lune, et qu'on en déduit, dans la théorie du satellite, une équation en latitude qui donne une valeur très-exacte de l'aplatissement du globe.

» Tels sont les faits d'observation dont la théorie des couples peut donner une explication simple et géométrique.

» Si l'on considère, à un instant quelconque, le couple qui anime la Terre dans son mouvement de rotation, celui qui anime la Lune, et enfin le couple formé par les deux forces égales, parallèles et contraires qui emportent les centres de ces deux corps dans leur révolution mensuelle autour de leur centre commun de gravité, ces trois couples se composent en un seul, dont l'axe serait invariable de grandeur et de position, si la Terre et la Lune n'étaient pas troublées par des forces extérieures.

» L'action du Soleil modifie, à chaque instant, la grandeur et la position de ce couple, et il est permis, dans une première approximation, d'étudier simplement la manière dont le couple perturbateur, qui vient du Soleil, déplacerait le troisième des couples composants dont nous venons de parler, considéré isolément. Car, si l'on regardait d'abord le couple de rotation de la Terre comme invariable, pendant une période de dix-huit ans, il est facile de voir qu'on pourrait se dispenser d'en tenir compte, et l'on prévoit même dès à présent que, lorsqu'on aura égard au petit mouvement de ce couple qui constitue le phénomène de la nutation, il en résultera dans le déplacement de l'axe de l'orbite lunaire une inégalité de même période. Quant à l'axe du couple qui anime la Lune, on peut le négliger, non-seulement parce qu'il est très-petit, mais même, en toute rigueur, parce qu'en vertu du théorème de Cassini, son introduction ne change jamais le plan des axes de l'orbite lunaire et de l'écliptique.

» Cela posé, je décompose le couple perturbateur en trois autres ayant respectivement pour axes l'axe de l'orbite lunaire, la ligne des nœuds, et une perpendiculaire à cette ligne menée dans le plan de l'orbite.

» Le premier produit l'inégalité en longitude appelée *variation*, la seule de ce genre que puisse faire connaître la considération exclusive des couples.

» Le second produit la rétrogradation de la ligne des nœuds; les formules auxquelles on est conduit, donnent très-simplement, comme résultat de la théorie, une valeur moyenne de cette vitesse rétrograde, sensiblement égale à celle qui résulte de l'observation; elles donnent aussi celles des inégalités de ce mouvement qui ont une période semi-mensuelle ou semi-annuelle.

» Le troisième couple enfin tend à modifier à chaque instant la grandeur de l'angle de l'orbite et de l'écliptique; mais, comme son expression se compose uniquement de termes périodiques, son effet moyen est nul dans une durée de six mois : chacun de ses termes représente une inégalité qui, combinée avec l'inégalité correspondante du mouvement du nœud, peut être figurée par un mouvement circulaire du pôle vrai de l'orbite autour du pôle moyen.

» Cherchons maintenant à tenir compte du mouvement de nutation de l'axe terrestre. A ce mouvement répond évidemment une nutation de l'axe de l'orbite lunaire, puisque nous avons attribué à ce dernier l'invariabilité qui appartient en réalité à l'axe du couple résultant. Si l'on veut avoir la relation très-simple qui lie ces deux nutations, il suffit de remarquer qu'elles proviennent d'actions intérieures au système de la Terre et de la Lune. Ces deux mouvements, s'ils existaient seuls, laisseraient donc invariable l'axe du couple résultant, et par suite sa projection sur l'axe de l'écliptique. D'ailleurs cette projection n'est altérée ni par le couple perturbateur qui vient du Soleil, ni par la précession des équinoxes, puisque ces deux causes font simplement décrire aux axes des couples composant des cônes autour de l'axe de l'écliptique. De ces considérations résulte immédiatement l'équation

$$\mu . \mathrm{C} . \delta\theta . \sin\theta = - \frac{\mathrm{T} . \mathrm{L}}{\mathrm{T}+\mathrm{L}} . \mathrm{C}^2 . m . \delta\gamma . \sin\gamma,$$

dans laquelle θ et γ représentent respectivement les inclinaisons de l'équateur terrestre et de l'orbe lunaire sur l'écliptique, $\delta\theta$ et $\delta\gamma$ les nutations de ces plans, L la Lune, T la Terre, C le moment d'inertie de cette planète par rapport à son axe, μ sa vitesse de rotation, m le moyen mouvement de la

Lune dans son orbite, enfin ρ le demi grand axe de cette orbite. Cette formule est identique à celle que donne Laplace au Ve volume, p. 323, de la *Mécanique céleste*.

» En étudiant les conséquences géométriques de l'équation précédente, il est facile de voir que l'on peut représenter la nutation de l'orbe lunaire en concevant que le pôle de cet orbe décrive un cercle, non pas autour du pôle de l'écliptique, mais autour d'un point situé à 8″ de ce dernier, sur l'arc de grand cercle qui le joint au pôle de l'équateur. Cette image géométrique revient à celle que nous avons indiquée plus haut, en donnant la description du phénomène.

» Si l'on substitue à la nutation $\delta\vartheta$ son expression analytique, on trouve l'inégalité suivante en latitude :

$$\delta l = -\frac{3}{2}\cdot\frac{C-A}{T.\rho^2}\cdot\frac{m}{i}\cdot\sin\theta.\cos\theta.\sin mt,$$

où i représente le moyen mouvement du nœud. Cette formule, trouvée analytiquement par Laplace, donne $\frac{1}{304}$ pour la valeur de l'aplatissement terrestre (1). »

CHIMIE AGRICOLE. — *Analyse des marnes et des phosphates par une méthode modifiée de celle de M. de Gasparin ; Mémoire de* **M. Masure.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Boussingault, Decaisne.)

PHYSIQUE. — *Sur la théorie de l'étincelle d'induction; par* **M. Ryke.**

(Commissaires, MM. Pouillet, Despretz.)

M. F. Gabé adresse, de Vord (Meuse), au concours pour le prix du legs Bréant, une Note concernant un remède contre le choléra-morbus dont il annonce avoir reconnu l'efficacité.

M. Bourgogne envoie, pour le même concours, deux exemplaires d'un Mémoire concernant « les paralysies qui peuvent se montrer pendant le cours du choléra. »

(Renvoi à l'examen de la Section de Médecine constituée en Commission spéciale.)

---

(1) La même méthode offre des applications remarquables dans la théorie des satellites de Jupiter et de Saturne.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel présente, au nom de l'auteur, M. Isaac *Lea*, une nouvelle partie du travail de ce naturaliste sur le genre *Unio*. Dans cette dernière publication se trouvent, avec la description de plusieurs espèces restées jusqu'ici inconnues, des remarques sur les formes embryonnaires dans la famille des Unionides.

L'Observatoire royal de Greenwich adresse une liste d'un certain nombre de volumes de ses publications dont il reste des exemplaires disponibles. Cette indication est donnée dans le but de permettre à la bibliothèque de l'Institut de compléter sa collection dans le cas où il lui manquerait quelques-uns des volumes inscrits sur cette liste.

L'Académie des sciences naturelles de Philadelphie envoie pour la bibliothèque de l'Institut la 3e partie du volume IV de ses Mémoires, et, des comptes rendus de ses séances, deux parties correspondant l'une à la fin de 1859, l'autre au commencement de 1860.

L'Association américaine pour l'avancement des sciences adresse, de Cambridge, le XIIIe volume de ses *Comptes rendus*.

La Société d'Histoire naturelle de Boston envoie la première partie du volume VII de ses *Comptes rendus*.

MINÉRALOGIE. — *Analyse de la glaubérite de Varengeville près Nancy;* *par* **M. F. Pisani**.

« Cette substance se trouve, comme dans d'autres localités, avec du sel gemme, associée à de la polyalite, qui cependant domine davantage. Sur cet échantillon j'ai trouvé, en outre, un peu d'anhydrite coloré légèrement par du sesquioxyde de fer.

» La glaubérite que j'ai analysée est d'un rouge brique, à aspect résineux, assez fragile, avec un clivage très-facile dans un sens. Réduite en poudre, elle se dissout presque entièrement dans de l'eau chaude.

» La séparation mécanique d'avec la polyalite, dans laquelle elle est enclavée, est assez facile, cette dernière étant plus dure et d'une couleur

terne. Je n'ai trouvé dans cette glaubérite que du sulfate de soude et du sulfate de chaux, le tout coloré par de l'argile ferrugineuse. Il n'y a ni chlore ni potasse.

» Elle a donné à l'analyse :

Sulfate de soude	50,50
Sulfate de chaux	48,78
Argile ferrugineuse	0,40
	99,68

Ce qui conduit à la formule

$$\dot{\mathrm{Na}}\,\dddot{\mathrm{S}} + \dot{\mathrm{Ca}}\,\dddot{\mathrm{S}}$$

qui est celle de la glaubérite. »

M. **Guillon** prie l'Académie de vouloir bien charger une Commission de constater l'état d'un malade sur lequel il se propose de faire une application de son brise-pierre à levier. Il s'agit, dit M. Guillon, d'un de ces cas peu fréquents de calculs développés dans une cellule située entre la vessie et le pubis, cas dont le diagnostic a été déclaré par plusieurs auteurs être impossible par les moyens ordinaires.

MM. Cloquet et Jobert de Lamballe sont désignés à cet effet.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 12 novembre 1860 les ouvrages dont voici les titres :

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences publiés, conformément à une décision de l'Académie en date du 13 juillet 1835, par MM. les Secrétaires perpétuels; t. L. Paris, 1860; in-4°.

Mémoire sur l'inégalité lunaire à longue période due à l'action perturbatrice de Vénus, et dépendant de l'argument $l + 16l' - 18l''$; *par* M. Delaunay; br. in-8°.

Les électro-aimants et l'adhérence magnétique; par M. J. NICKLÈS. Paris, 1860; in-8°.

Observations météorologiques faites à Chamounix en 1855, 1856 *et* 1857, *et observations thermométriques au sujet des sources et de divers cours d'eau de la vallée de l'Arve; par* M. V. PAYOT; br. in-8°.

Catalogue des Fougères, Prêles et Lycopodiacées des environs du Mont-Blanc, etc.; par le même. Paris-Genève, 1860; br. in-8°.

Catalogue phytostatique de plantes cryptogames cellulaires ou Guide du lichenologue au Mont-Blanc; par le même. Lausanne, 1860; br. in-8°.

Des effets physiologiques et de l'emploi thérapeutique de l'huile essentielle de valériane; par M. A. BARRALLIER. Paris, 1860; in-8°. (Adressé par l'auteur pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Quelques mots à propos des paralysies qui peuvent se montrer pendant le cours du choléra ou consécutivement à cette maladie. — Nouvelle constatation de la forme sporeuse du choléra asiatique. — Observations de fièvres typhoïdes compliquées de symptômes appartenant à une lésion de la moelle épinière; par le Dr BOURGOGNE père (de Condé, Nord). Bruxelles, 1860; br. in-8°. (Adressé pour le concours du legs Bréant.)

Dérivés du goudron de houille, étude chimique, médicale et industrielle; par L. PARISEL. Paris, 1860; br. in-8°.

Considérations pratiques sur les grossesses triples; par le Dr B. DUNAL. Paris-Montpellier, 1860; br. in-8°.

Essai sur le lait considéré au point de vue de sa puissance nutritive et de sa valeur réelle; par M. C. BERTRAND. Grenoble, 1860; br. in-8°.

Catalogue de la bibliothèque d'histoire naturelle, de médecine et d'autres sciences, de feu M. G. VROLIK. Amsterdam, 1860; in-8°.

Expédition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud, de Rio-de-Janeiro à Lima, et de Lima au Para; exécutée par ordre du gouvernemant français pendant les années 1843 *à* 1847 *sous la direction* du comte Francis de CASTELNAU. 6e partie. Botanique, 12e et 13e livraisons; in-4°.

Smithsonian... *Mémoires de la Société Smithsonienne*; vol. XI. Wasinghton, 1860; in-4°.

Report... *Rapport sur les explorations et travaux topographiques exécutés de* 1853 *à* 1856, *sous la direction du ministre de la guerre, en vue de déterminer le tracé le plus praticable et le plus économique pour un chemin de fer reliant le Mississipi à l'océan Pacifique;* vol. XI. Wasinghton, 1855; in-4°.

Memoirs... *Mémoires de l'Académie américaine des Arts et des Sciences.* Nouvelle série, vol. VII. Cambridge et Boston, 1860; in-4°.

Proceedings... *Comptes rendus de l'Association américaine pour l'avancement des sciences,* 13e réunion. Cambridge, 1860; in-8°.

Transactions... *Transactions de la Société philosophique américaine de Philadelphie pour l'avancement des connaissances utiles.* Nouvelle série, vol. XI, part. 3. Philadelphie, 1860; in-4°.

Proceedings... *Comptes rendus de la même Société,* janvier-juin 1860; in-8°.

Journal... *Journal de l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie.* Nouvelle série, vol. IV, part. 3; in-8°.

Proceedings... *Comptes rendus de la même Académie,* septembre-décembre 1859, et janvier-mars 1860; in-8°.

Proceedings... *Comptes rendus de la Société d'histoire naturelle de Boston,* mars 1859-mars 1860; in-8°.

Observations... *Observations sur le genre* Unio; *par* Isaac LEA; vol. VII, partie 2; in-4°.

On the... *Sur les alliages de cuivre et zinc; par* M. F.-H. STORER. Cambridge, 1860; in-4°.

The motions... *Mouvements des fluides et solides relativement à la surface de la terre, comprenant les applications aux vents et aux courants de l'Océan; par* M. W. FERREL. New-York, 1860; in-4°.

Geological... *Levé géologique du Canada : opérations pendant l'année* 1858. Montréal, 1859; in-8°.

Jahrbuch... *Annuaire de l'Institut impérial géologique de Vienne,* janvier à mars 1860; in-8°.

ERRATA.

(Séance du 5 novembre 1860.)

Page 680, lignes 23 et 24, *au lieu de* sous la direction et sous les yeux de M. Le Verrier qui, *lisez* sous la direction et sous les yeux de M. Villarceau et avec l'approbation de M. Le Verrier qui....